



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj

doi:10.15421/nvlvet6750

ISSN 2413–5550 print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 639.3:577.1

Вміст аніонних жирних кислот у зябрах коропа за різної концентрації міді та цинку у воді

Й.Ф.Рівис¹, Н.Є. Янович²
yandeni77@gmail.com

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААНУ,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино, Пустомитівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна;

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

Мідь та Цинк належать до життєво важливих для риб елементів з широким спектром впливу на фізіолого-біохімічні процеси в їх організмі. Зокрема, встановлена роль Цинку у процесах росту, розвитку та розмноження риб, обміну білків і нуклеїнових кислот та регуляції активності генів. Цинк, як і Мідь, задіяний у ферментній ланці системи антиоксидантного захисту; крім того, Мідь бере участь у процесах еритропоезу, енергетичного обміну та функціонуванні імунної системи. Вказані елементи впливають також на активність десатураз – ферментів, що каталізують перетворення одинарного зв'язку між атомами вуглецю в ацильних ланцюгах у подвійний ненасичений зв'язок. Разом з тим, вплив Цинку та Міді на обмін жирних кислот в організмі риб та його органно-тканинні особливості залишається маловивченим.

Результати, представлені у даній роботі, свідчать, що за однієї граничної концентрації Цинку і Міді у воді, Цинк накопичується в зябрах більшою мірою, ніж Мідь. В свою чергу, за двох граничнодопустимих концентрацій у воді, Мідь накопичується в зябрах більшою мірою, ніж Цинк. Збільшення концентрації Цинку та Міді в зябрах коропа призводило до збільшення в них загальної концентрації малоактивних в метаболічному відношенні аніонних жирних кислот за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот. При цьому не змінювалось відношення аніонних поліненасичених жирних кислот родини $\omega-3$ до аніонних поліненасичених жирних кислот родини $\omega-6$.

Ключові слова: коропа, аніонні жирні кислоти, мідь, цинк, зябра, жива маса.

Содержание анионных жирных кислот в жабрах карпа при различной концентрации меди и цинка в воде

Й.Ф. Ривис¹, Н.Е. Янович²
yandeni77@gmail.com

Институт сельского хозяйства Карпатского региона УААН,
ул. Грушевского, 5, с. Оброшино, Львовская область, 81115, Украина;

²Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого,
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

Медь и Цинк относятся к жизненно важным для рыб элементов с широким спектром биологического влияния на физиолого-биохимические процессы в их организме. В частности, установлена роль Цинка в процессах роста, развития и размножения рыб, обмена белков и нуклеиновых кислот и регуляции активности генов. Цинк, как и Медь, задействован в ферментной составляющей системы антиоксидантной защиты; кроме того, Медь принимает участие в процессах эритропоеза, энергетического обмена и функционирования иммунной системы. Указанные элементы влияют также на активность десатураз – ферментов, которые катализируют превращение одиночной связи между атомами углерода в ацильных цепях в двойную ненасыщенную связь. Вместе с тем, влияние Цинка и Меди на обмен жирных кислот в организме

Citation:

Rivis, Y.F., Yanovych, N.E. (2016). Anionic fatty acids content in carp gills at different copper and zinc concentration in the water. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2(67), 225–229.

рыб и его органно–тканевые особенности остается малоизученным.

Результаты, представленные в данной работе, свидетельствуют, что при одной предельно допустимой концентрации Цинка и Меди в воде, Цинк накапливается в жабрах в большей степени, чем Медь. В свою очередь, при двух предельно допустимых концентрациях в воде, Медь накапливается в жабрах в большей степени, чем Цинк. Повышение концентрации Цинка и Меди в жабрах карпа привело к увеличению в них общей концентрации малоактивных в метаболическом отношении анионных жирных кислот за счет насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. При этом не изменялось отношение анионных жирных кислот семейства $\omega-3$ к анионным жирным кислотами семейства $\omega-6$.

Ключевые слова: карпы, анионные жирные кислоты, медь, цинк, жабры, живая масса.

Anionic fatty acids content in carp gills at different copper and zinc concentration in the water

Y.F. Ravis¹, N.E. Yanovych²
yandeni77@gmail.com

¹Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS
Grushevskogo Str., 5, Obroshino, Lviv Oblast, 81115, Ukraine;

²Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyi,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

Copper and Zinc belongs to essential elements with wide spectrum of physiological and biochemical action in fishes organism. In particular, the role of Zinc in growth, development and reproduction of fishes is established, both as its influence on protein and nucleic acids metabolism and genes activity regulation. Zinc, as well as Copper, is involved in enzyme link of antioxidant system. Besides, Copper takes part in erythropoiesis, energetic metabolism and immune system functioning. Abovementioned elements also influence on desaturases activity. The desaturases are catalyzing transformation of single bond between Carbon atoms in acyl chain into double unsaturated bond. At the same time, Zinc and Copper influence on fatty acids metabolism in fishes body and its tissue and organic specificity remains insufficiently explored.

Presented results testified, that at concentration of Zinc and Copper in the water, equated to 1 MPL (maximum permitted level), Zinc accumulates in the gills in greater extend, than Copper. In its turn, at two maximum permitted levels in the water, Copper accumulates in the gills more, than Zinc. Increasing of Zinc and Copper concentration in carp's gills has led to the increasing of total concentration of anionic forms of fatty acids, those are barely metabolically active. The increasing of anionic fatty acids was caused by saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. Wherein, the ratio of anionic polyunsaturated fatty acids of $\omega-3$ family to anionic polyunsaturated fatty acids of $\omega-6$ family didn't changed.

Key words: carps, anionic forms of fatty acids, Copper, Zinc, gills, live weight.

Вступ

Однією за актуальних проблем рибиництва є підвищений вміст важких металів в екосистемах рибиницьких ставів. Понаднормовий вміст вказаних політантів у воді, бентосі, зоо– та фітопланктоні та донних відкладах водойм може бути обумовлений як антропогенними чинниками, насамперед промисловим та сільськогосподарським виробництвом, так і природними факторами, зокрема підвищеним геохімічним фоном хімічних елементів, особливостями водного живлення ставів тощо (Grubinko, 2011). Внаслідок цього, важкі метали можуть накопичуватись у понаднормових концентраціях в тканинах і органах промислових видів риби (Kolesny'k, 2011; Dobryans'ka et al., 2013). Подальший їх вплив на організм риби залежить від виду металу, його концентрації, фізико–хімічних властивостей, а також функціонального стану організму (Yanovych and Yanovych, 2014). У зв'язку з цим, важливе науково–практичне значення мають дослідження, спрямовані на вивчення впливу порогових та понаднормових концентрацій окремих хімічних елементів на різні сторони обміну речовин в організмі риби.

Метою нашої роботи було дослідження впливу різних концентрацій Цинку та Міді у воді на вміст аніонних жирних кислот у зябрах коропа. Вплив вказаних елементів на метаболічні процеси в організмі коропа обумовлений їх наявністю в простетичних

групах ряду ферментів, зокрема, супероксиддисмутази та цитохром–с оксидази, та регуляцією активності Δ^3 –, Δ^4 –, Δ^5 – і Δ^6 – та Δ^9 – десатураз (Wahle and Davies, 1975; Gry'sy'nyak et al., 2015). Вказані десатурази беруть участь у метаболізмі жирних кислот в організмі риби. Крім того, Цинк і Мідь здатні утворювати з жирними кислотами солі (мила).

Матеріал і методи досліджень

Дослід було проведено на трьох групах (по чотири риби в кожній) дворічок коропів середньою живою масою 320 г. Коропів без доступу поживних речовин впродовж 21 дня утримували в акваріумах у розрахунку 40 літрів води на одну особину. Коропи контрольної групи утримувалися у воді без добавок Міді та Цинку, а коропи 1–ї та 2–ї дослідних груп – у воді з добавками сульфатів Міді та Цинку. Причому, концентрацію Міді та Цинку у акваріумній воді для 1–ї дослідної групи коропів доводили до однієї ГДК (гранично допустимої концентрації) (відповідно до 1 і 10 г⁻³/л), а для II дослідної групи – 2 ГДК (відповідно до 2 і 20 г⁻³/л). Вміст кисню у воді акваріумів утримували у межах 7,0 – 8,0 мг/л, вуглекислого газу – 2,1 – 2,7 мг/л. Концентрація водневих іонів у воді акваріумів була близькою до 7,6 – 7,9. Температура води в акваріумах була в межах 18 – 20 °С. Відстояну водопровідну воду без добавок солей та з їх добавками

змінювали в акваріумах кожні дві доби.

У кінці досліду проводили зважування піддослідних коропів. Після забою для лабораторних досліджень відбирали зразки зябер. У відібраних зразках зябер визначали концентрацію Міді, Цинку та аніонних жирних кислот.

Концентрацію Міді та Цинку у відібраних зразках зябер визначали спектрофотометричним методом (Prajs, 1976). Концентрацію аніонних жирних кислот у зразках зябер визначали газохроматографічним методом (Rivis and Fedoruk, 2010). Зразки зябер обробляли різними екстрагуючими сумішами – сумішшю хлороформ–метанол–соляна кислота (200:100:1 за об'ємом), та сумішшю хлороформ–метанол (2:1 за об'ємом). Звільнені від хлороформу ліпіди омиляли, а отримані жирні кислоти — метилювали. Одержані метилові ефіри жирних кислот вводили у випаровувач газорідного хроматографічного апарату.

Розділення метилових ефірів жирних кислот проводили на хроматографі «Chrom-5» («Laboratorni prístroje», Praha) (Rivis and Fedoruk, 2010). Ідентифікацію піків на хроматограмі проводили методом розрахунку «вуглецевих чисел» (Ackman, 1969), а також шляхом використання хімічно чистих, стандартних

розчинів метилових ефірів жирних кислот. Розрахунок вмісту окремих жирних кислот, за результатами газохроматографічного аналізу – хроматограмах — проводили за формулою, яка включає поправкові коефіцієнти для кожної із них (Rivis and Skorohod, 1981; Rivis and Danylyk, 1997).

Отримані результати досліджень обробляли статистично. Вираховували середні величини (M), помилку середніх величин ($\pm m$) та вірогідність різниці між двома середніми величинами (p). Різницю між двома середніми величинами вважали вірогідною за $p < 0,05$. Для розрахунків використовували комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Результати та їх обговорення

Встановлено, що за однієї гранично допустимої концентрації у воді, порівняно з природним вмістом, Цинк нагромаджується в зябрах коропів у більшій мірі ($p < 0,05$), ніж Мідь ($p < 0,1$). З таблиці 1 видно, що за двох гранично допустимих концентрацій у воді у зябрах коропів Мідь нагромаджується у більшій мірі ($p < 0,001$), ніж Цинк ($p < 0,01$).

Таблиця 1

Вміст Цинку та Міді у зябрах коропів за різної концентрації наведених вище металів у воді акваріуму, $\text{г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси ($M \pm m$, $n = 4$)

Контроль	1 ГДК Цинку та Міді у воді	2 ГДК Цинку та Міді у воді
Вміст Цинку у зябрах		
$247,47 \pm 6,253$	$270,53 \pm 4,765^*$	$288,30 \pm 4,708^{**}$
Вміст Міді у зябрах		
$0,877 \pm 0,037$	$1,14 \pm 0,090$	$1,80 \pm 0,101^{***}$

Примітка: тут і далі * – $p < 0,02-0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таблиця 2

Вміст аніонних жирних кислот у зябрах коропів за різної концентрації Цинку та Міді у воді акваріуму, $\text{мг}/\text{кг}$ натуральної маси ($M \pm m$, $n = 4$)

Аніонні жирні кислоти та їх код	Контроль	1 ГДК Цинку та Міді у воді	2 ГДК Цинку та Міді у воді
Капринова, 10:0	$0,2 \pm 0,03$	$0,2 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,03^*$
Лауринова, 12:0	$0,4 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,03^*$
Міристинова, 14:0	$4,1 \pm 0,17$	$4,4 \pm 0,15$	$4,8 \pm 0,14^*$
Пентадеканова, 15:0	$0,7 \pm 0,03$	$0,8 \pm 0,03$	$0,9 \pm 0,03^*$
Пальмітинова, 16:0	$78,3 \pm 1,85$	$82,5 \pm 1,36$	$86,2 \pm 2,37$
Пальмітоолеїнова, 16:1	$7,8 \pm 0,17$	$8,2 \pm 0,18$	$8,6 \pm 0,26$
Стеаринова, 18:0	$21,7 \pm 0,75$	$23,0 \pm 0,69$	$24,4 \pm 0,58^*$
Олеїнова, 18:1	$484,9 \pm 10,60$	$504,5 \pm 12,21$	$523,4 \pm 9,56$
Лінолева, 18:2	$125,7 \pm 7,13$	$139,4 \pm 5,58$	$146,8 \pm 5,07$
Ліноленова, 18:3	$64,4 \pm 2,20$	$68,9 \pm 2,28$	$72,1 \pm 1,56^*$
Арахінова, 20:0	$62,2 \pm 1,90$	$66,3 \pm 1,99$	$69,7 \pm 1,90^*$
Ейкозаєнова, 20:1	$72,4 \pm 2,11$	$76,3 \pm 2,37$	$80,4 \pm 2,11$
Ейкозадиснова, 20:2	$46,2 \pm 1,68$	$50,0 \pm 1,79$	$52,6 \pm 1,33^*$
Ейкозатриснова, 20:3	$26,2 \pm 1,07$	$28,8 \pm 1,41$	$31,5 \pm 1,59^*$
Ейкозатетраснова (арахідонова), 20:4	$34,4 \pm 1,33$	$37,4 \pm 1,05$	$41,6 \pm 1,85^*$
Ейкозапентаснова, 20:5	$47,3 \pm 1,76$	$50,2 \pm 1,10$	$55,5 \pm 2,08^*$
Докозадиснова, 22:2	$8,7 \pm 0,17$	$9,1 \pm 0,17$	$10,0 \pm 0,26^*$
Докозатриснова, 22:3	$18,4 \pm 0,69$	$19,5 \pm 0,62$	$21,7 \pm 0,75^*$
Докозатетраснова, 22:4	$18,5 \pm 0,67$	$19,6 \pm 0,69$	$21,5 \pm 0,77^*$
Докозапентаснова, 22:5	$40,3 \pm 1,67$	$44,3 \pm 1,85$	$47,3 \pm 1,82^*$
Докозагексаєнова, 22:6	$80,6 \pm 3,15$	$86,6 \pm 2,68$	$94,1 \pm 3,44^*$
Загальний вміст жирних кислот	1243,5	1320,5	1394,1
У т. ч. насичені	167,5	177,7	186,8
мононенасичені	565,1	589,0	612,5
поліненасичені	510,8	553,8	594,8
$\omega-3/\omega-6$	0,97	0,95	0,96

Попередніми дослідженнями нами було встановлено, що зростання вмісту Міді та Цинку у воді, та, як наслідок, в органах і тканинах коропів приводить до зміни в них концентрації неестерифікованих жирних кислот, аніонних жирних кислот і жирних кислот загальних ліпідів (Yanovych, 2013). Результати досліджень, наведені у таблиці 2, підтверджують вплив вказаних елементів на обмін жирних кислот в організмі коропа. Відомо, що високоактивні у метаболічному відношенні довголанцюгові неестерифіковані жирні кислоти (з 18 і більше атомами вуглецю в ланцюгу) в тканинах риб здатні зв'язувати мінеральні елементи, утворюючи мила жирних кислот. Причому, мила жирних кислот з двохвалентними мінеральними елементами, до яких відносяться Мідь та Цинк, є важкорозчинними. Нами було встановлено, що із зростанням вмісту Міді та Цинку у воді акваріуму в зябрах коро-

пів дослідних груп, порівняно з коропами контрольної групи, збільшується загальна концентрація аніонних жирних кислот (табл. 2). З наведеної таблиці видно, що збільшення загальної концентрації малоактивних в метаболічному відношенні аніонних жирних кислот в їх зябрах відбувається за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Збільшення загальної концентрації аніонних жирних кислот у зябрах наведених вище коропів зумовлено більшим вмістом в їх складі насичених жирних кислот з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин $\omega-7$ і $\omega-9$ та поліненасичених жирних кислот родин $\omega-3$ і $\omega-6$. При цьому не змінюється відношення аніонних поліненасичених жирних кислот родини $\omega-3$ до аніонних поліненасичених жирних кислот родини $\omega-6$.

Таблиця 3

Жива маса дворічок коропів за різної концентрації Цинку та Міді у воді акваріуму, г ($M \pm m$, $n = 4$)

Контроль	1 ГДК Цинку та Міді у воді	2 ГДК Цинку та Міді у воді
На початку досліджу		
320,3 \pm 5,72	320,0 \pm 6,18	320,0 \pm 5,67
В кінці досліджу (21 день)		
307,8 \pm 5,57	304,3 \pm 5,87	288,8 \pm 4,97*

Зміни вмісту Міді, Цинку та жирних кислот у зябрах призводять до зміни живої маси коропів у кінці досліджу (табл. 3). Зокрема, за період досліджу коропи контрольної групи втратили 3,90% живої маси, а коропи I та II дослідних груп – відповідно 4,91 і 9,75%. Наведене вище вказує на те, що за високої концентрації важких металів, зокрема Міді та Цинку, у воді акваріуму коропи найбільш інтенсивно втрачають живу масу.

Висновки

За однієї гранично допустимої концентрації у воді акваріуму Цинк, порівняно з Міддю ($p < 0,1$), нагромаджується у зябрах коропів у більшій мірі ($p < 0,05$). За двох гранично допустимих концентрацій у воді акваріуму в зябрах коропів Мідь нагромаджуються у більшій мірі ($p < 0,001$), ніж Цинк ($p < 0,01$). Із зростанням вмісту Міді та Цинку у воді акваріуму в зябрах коропів за рахунок насичених жирних кислот з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин $\omega-7$ і $\omega-9$ та поліненасичених жирних кислот родин $\omega-3$ і $\omega-6$ збільшується загальна концентрація аніонних жирних кислот ($p < 0,05 - 0,01$). За період досліджу (21 день) коропи контрольної групи, яких утримували у воді акваріуму з природним вмістом Міді та Цинку втратили 3,90% живої маси, а коропи I та II дослідних груп, які знаходилися у воді акваріуму відповідно з однією та двома гранично допустимими концентраціями Міді та Цинку, – відповідно 4,91 і 9,75%.

Перспективи подальших досліджень. Представлені результати є частиною комплексних досліджень, присвячених вивченню впливу різних концентрацій Міді і Цинку на різні сторони обміну речовин в коропа.

Бібліографічні посилання

- Grubinko, V.V. (2011). Rol' metaliv v adaptaciyi gidrobiontiv: evolyucijno-ekologichni aspekty'. Nauk. zap. Ternop. nacz. ped. un-tu. Ser. Biol. 2(47), 237–26. (in Ukrainian).
- Kolesny'k, N.L. (2011). Rozpodil vazhky'x metaliv u lankax gidroekosy'stemy' staviv za intensy'vnoyi texnologiyi vy'roshhuvannya ry'by'. Ry'bogospodars'ka nauka Ukrayiny. 3, 105–111 (in Ukrainian).
- Dobryans'ka, G.M., Mel'ny'k, A.P., Yanovych, N.Ye., Yanovych, D.O. (2013). Osobly'vosti nakopy'chennya vazhky'x metaliv v organizmi rizny'x vy'div promy'slovy'x ry'b. Naukovy'j visny'k LNUVMBT im. S.Z. G'zhy'cz'kogo. 15, 1(55), 52–56 (in Ukrainian).
- Yanovych, N.Ye., Yanovych, D.O. (2014). Rol' mikroelementiv u zhy'ttyediyal'nosti stavkovy'x ry'b. Naukovy'j visny'k L'viv's'kogo nacional'nogo universy'tetu vetery'narnoyi medy'cy'ny' ta biotexnologij im. S. Z. G'zhy'cz'kogo. 16, 2(59), 345–372 (in Ukrainian).
- Gry'cy'nyak, I.I., Yanovy'ch, D.O., Shvecz', T.M. (2015). Ekotoksy'kologiya lososevy'x ry'b. K. : DIA (in Ukrainian). (in Ukrainian).
- Wahle, K.W.J., Davies, N.T. (1975). Effect of dietary copper deficiency in the rat on fatty acid composition of adipose tissue and desaturase activity of liver microsomes. British Journal of Nutrition. 34, 105–112.
- Prajs, V. (1976). Anal'y'ty'cheskaya atomno-absorbcy'onnaya spektroskop'y'a. M. : My'r. (in Russian).
- Rivis, J.F., Fedoruk, R.S. (2010). Kil'kisni xromatografichni metody' vy'znachennya okremy'x lipidiv i zhy'rny'x ky'slot u biologichnomu materialy.

- Metody`chny`j posibny`k. L`viv.: SPOLOM (in Ukrainian).
- Ackman, R.G. (1969). Gas-liquid chromatography of fatty acids and esters. In: Lowenstein J.M. (ed.) Methods in Enzymology. Academic, New York, 329–381.
- Rivis, J.F., Dany`ly`k, B.B. (1997). Gazoxromatografich-ne vy`znachennya vy`sokomolekulyarny`x neetery`fikovany`x zhy`rny`x ky`slot v biologichno-mu materiali. Ukrayins`ky`j bioximichny`j zhurnal. 69(1), 79–83 (in Russian).
- Rivis, I.F., Skorohod, I.V. (1981). Kolichestvennyj metod opredelenija nekotoryh vysokomolekuljarnyh zhirnyh kislot v rastenijah, tkanjah i biologicheskikh zhidkost-jah organizma sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. Doklady VASHNIL. 8, 32–35 (in Russian).
- Yanovych, N.Ye. (2013). Vplyv riznoji koncentraciji midi ta cynku u vodi na žyrnokyslotnyj sklad pečinky koropiv. Rybohospodars`ka nauka Ukrajinu. 1, 50–57 (in Ukrainian).
- Yanovych, N.Ye. (2013). Žyrnokyslotnyj sklad skeletnyx mjaziv i rist koropa za riznoji koncentraciji midi ta cynku u vodi. Rybohospodars`ka nauka Ukrajinu. 2, 70–75 (in Ukrainian).

Стаття надійшла до редакції 19.09.2016